

PRODUCCIÓN DE BIOGÁS: INCIDENCIA DEL PH INICIAL EN PROCESOS DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA

E. Sañudo, A. Airasca, P. Benedetti, M. Uribe Echevarría, V. Monserrat, H. Campaña

GEAQB - Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Bahía Blanca

11 de Abril 461 - 8000 Bahía Blanca – Argentina

Tel. 0291-4555220 - e-mail: hcampana@frbb.utn.edu.ar, pbenedet@frbb.utn.edu.ar

Recibido 13/08/16, aceptado 10/10/16

RESUMEN: En este trabajo se ensayaron distintas soluciones buffer para optimizar la producción de biogás en codigestión anaeróbica de residuos de cebolla y estiércol vacuno. Se realizaron mediciones de pH, volumen generado de biogás, Ácidos Grasos Volátiles (AVG) y alcalinidad con el fin de correlacionar estos parámetros con la producción de biogás.

De las distintas soluciones probadas, se presentan las que han mostrado mejores resultados en relación con la generación de biogás. La solución buffer NH_4Cl - NH_4OH produce un 50 % más de biogás que con la que contiene P ($\text{H}_6\text{NO}_4\text{P}$), lo que se refleja en la evolución del pH, y los AVG, ya que en el reactor con baja producción de biogás el pH baja a valores indeseables hasta la acidificación del mismo (5,76), y se produce una acumulación de AVG hasta 5.100 mg/L.

Palabras clave: biogás, digestión anaeróbica, estiércol de vaca, residuos de cebolla, solución buffer.

INTRODUCCIÓN

La utilización de energías renovables resulta de suma importancia para la sociedad actual, debido a la búsqueda de independencia respecto a los combustibles fósiles. Los altos costos y prejuicios medioambientales de la utilización de combustibles fósiles han marcado la necesidad de contar con una energía renovable y sostenible. Aún más las ventajas ecológicas de las energías renovables, como el no incremento de los gases de efecto invernadero, hacen de las mismas un combustible muypreciado. Asimismo, la problemática asociada con los residuos orgánicos, como son el estiércol animal, el descarte de las cosechas, etc., requiere de soluciones que minimicen el impacto ambiental, maximizando su potencial beneficio(Hernández, 2014).

Con el desarrollo científico y tecnológico, la digestión anaeróbica se consolida como un método eficaz para tratar residuos orgánicos que generen energía, con bajos costos de operación. (Gunaseelan 1997; Chynoweth et al., 2001;Weiland 2010; Giménez et al., 2012; Anjum et al., 2012; Zupancic et al., 2012; Molino et al., 2012; Singh et al., 2012). La digestión anaeróbica es un proceso complejo muy sensible a ciertos parámetros y condiciones de operación, tales como el pH y la temperatura (Beteau, 1998; Mousa y Forster, 1999; Azeteiro et al., 2001; Pereyra 2013).

Asimismo el tratamiento aeróbico de residuos puede competir con otros biocombustibles de digestión anaeróbica ya que los productos generados (hidrógeno y metano) a partir de los diferentes pasos metabólicos, se pueden utilizar como energía en calderas, motores de combustión interna o pilas de combustión; o como materia prima para otras opciones de proceso (por ejemplo, la producción de biopolímeros u otras sustancias orgánicas(Romano, 2007).

El valle bonaerense del Río Colorado, una zona cercana a Bahía Blanca, es la principal zona productora de cebolla del país, y junto con la ganadería, generan un gran volumen de residuos. Dichos residuos contienen materia orgánica que puede ser degradada mediante el proceso de digestión anaeróbica.

Con el antecedente de los trabajos desarrollados sobre de la utilización de residuos de cebolla y estiércol de vacunos para generar biogás a través de digestión anaeróbica (Benedetti et al., 2014; Benedetti et al., 2013), se propone optimizar la producción de biogás, mediante la selección de una solución buffer o regulador de los cambios de acidez/alcalinidad en el proceso y demostrar la incidencia de dicha variable.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos se realizaron en laboratorio por duplicado en reactores de 2000 ml, caracterizando el estado inicial por medio de los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), nitrógeno (N) y alcalinidad. Durante las etapas de reacción se midió pH, alcalinidad, ácidos grasos volátiles (AVG) y volumen de biogás generado. La temperatura de trabajo fue de 55 °C con el fin de aumentar la velocidad de digestión en el reactor para obtener mayor volumen de biogás en el período de tiempo estudiado, particularmente si se pretende dividir el proceso de estabilización anaeróbica en dos etapas bien diferenciadas, promoviendo la producción de H₂ en la primera y de CH₄ en la segunda (Campaña et al 2014) (Kvesitadze et al., 2012).

La carga de los reactores fue: 300 g de cebolla y 300 g estiércol de vaca, se le agregó un buffer y se completó el volumen de cada reactor con agua destilada. Las soluciones buffer utilizadas en este trabajo corresponden a estudios ya publicados (Benedetti et al., 2014; Benedetti et al., 2013; Campaña, 2011). La composición de las soluciones utilizadas fue:

Reactor A, RA: 3,4 g NH₄Cl, 28,5 g NH₄OH

Reactor B, RB: 3,4 g NH₄Cl, 28,5 g NH₄OH, 0,345 g H₆NO₄P

Los reactores se mantuvieron en baño termostático (Figura 1). El volumen de gas generado se midió por desplazamiento de líquido (Figura 2).



Figura 1: Reactores en baño termostático

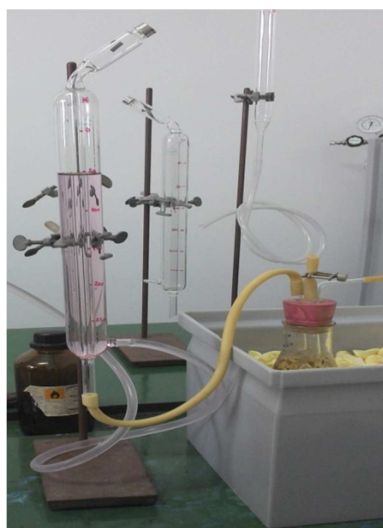


Figura 2: Sistema de reacción y colección de gas

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los valores experimentales iniciales promedio en cada reactor (los ensayos fueron duplicados)

	Reactor A	Reactor B
pH de la mezcla con buffer	9,39	9,48
CE (Conductividad eléctrica), mS/cm	4,9	6,90
Alcalinidad (mg CaCO ₃ /l)	2700	4100
% Materia orgánica	75,38	81,59
% Nitrógeno	3,40	3,85
% Carbono	43,70	47,33
C/N	12,85	12,29

Tabla 1: Características iniciales de cada reactor

Para el Reactor A, en Figuras 3 y 4 se muestran los valores de volumen acumulado de biogás, pH, Alcalinidad y AGV, y para el Reactor B, en las figuras 5 y 6 respectivamente.

En la figura 7 se comparan los volúmenes acumulados de biogás para cada reactor en el mismo período de tiempo.

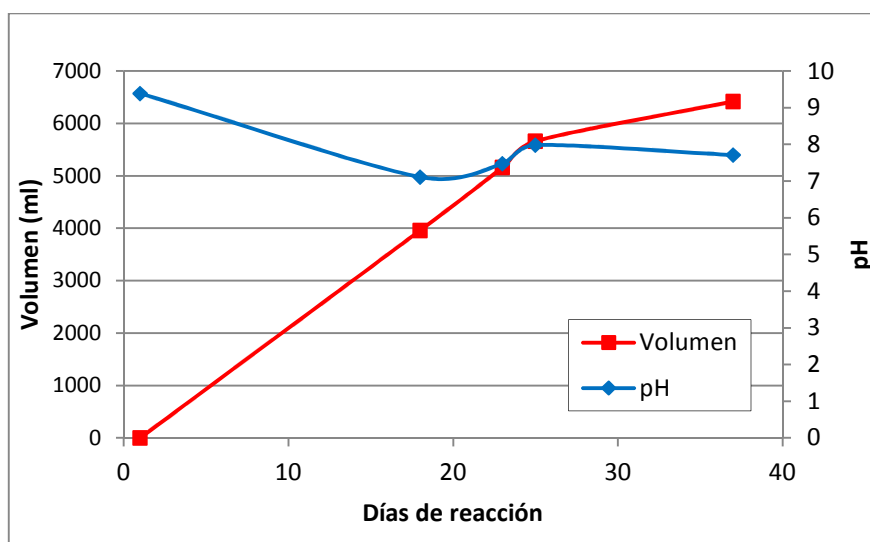


Figura 3: Volumen acumulado de biogás y pH para el Reactor A

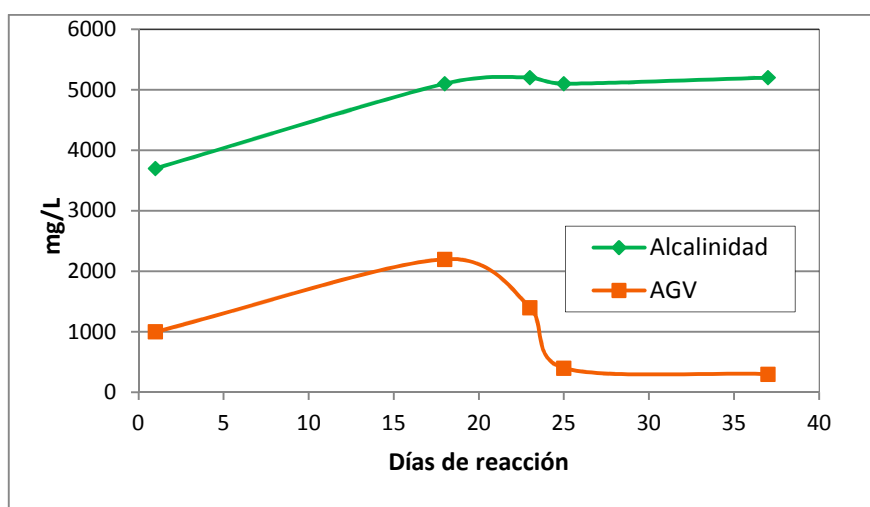


Figura 4: Alcalinidad y AGV para el Reactor A

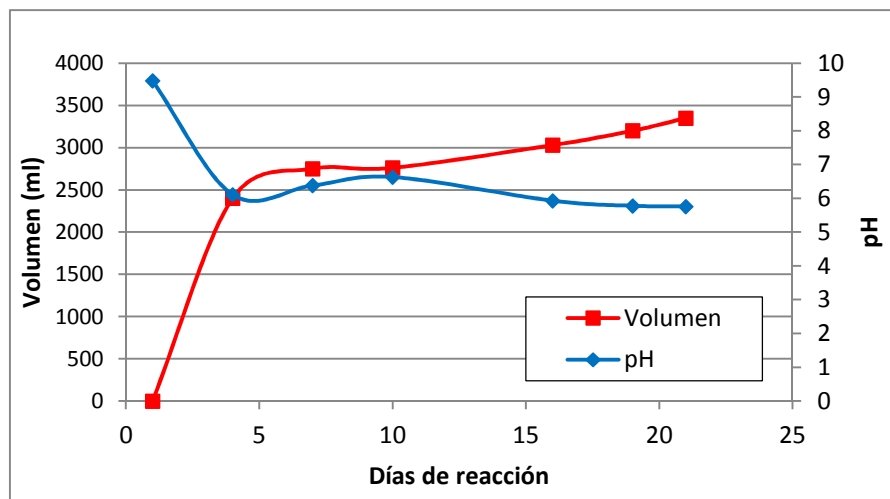


Figura 5: Volumen acumulado de biogás y pH para el Reactor B

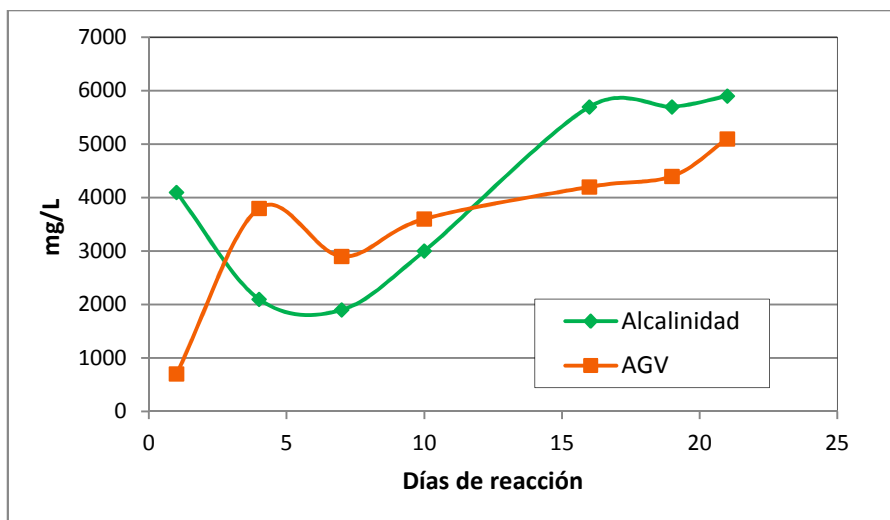


Figura 6: Alcalinidad y AGV para el Reactor B

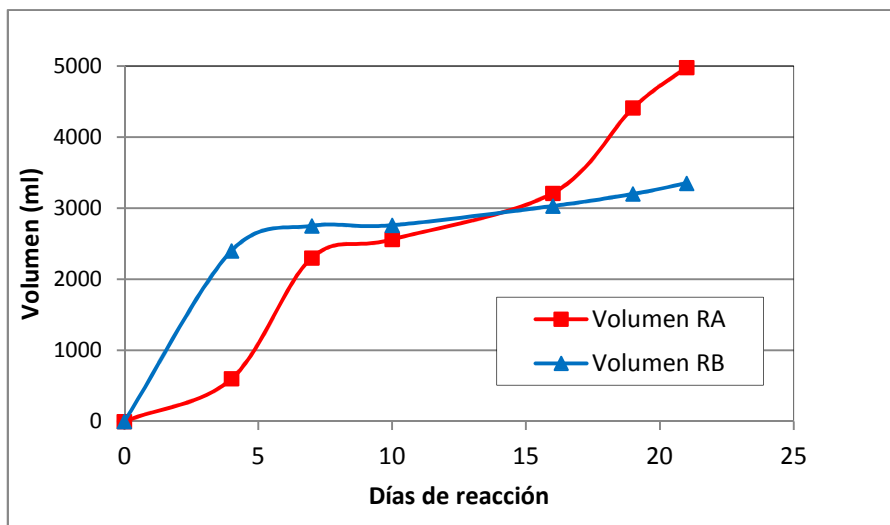


Figura 7: Volumen de biogás para ambos reactores

DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la Figura 7 se puede ver que el reactor A produce un 50 % más de biogás que el reactor B, lo que concuerda también con la evolución del pH, ya que para el caso del reactor B se encontró que el pH baja hasta valores más ácidos que el reactor A (Figura 5), por lo que se dificulta la obtención de biogás. Los valores de pH que promueven las reacciones metanogénicas corresponden a rangos entre 6,8 y 7,5 (Heguang et al., 2007) y la digestión comienza a inhibirse a pH 6,5 (Carrillo, 2003).

Un comportamiento similar se observa en la Figura 6, (aumento de la concentración de AGV), la concentración de éstos no debieran superar los 2 a 3 g/L, expresados como ácido acético (Carrillo, 2003). Si se sobrepasa este nivel, la digestión cesará en dos o tres días debido a que los metanógenos no pueden utilizar los ácidos a la misma velocidad con que se producen.

Respecto de las soluciones buffer utilizadas, en el RB la solución buffer incluyó la sustancia H_6NO_4P , que puede proporcionar a la reacción una mayor cantidad del ion amonio. El nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento bacteriano, sin embargo, el ion amonio en exceso puede generar inhibición en el proceso anaeróbico (Lettinga, 1996).

A partir de los ensayos realizados se demostró la importancia de utilizar una solución buffer que sea capaz de amortiguar los efectos de la acidificación y el aumento de concentración de AGV.

La solución elegida en el Reactor A es la más conveniente para este tipo de proceso. Se continuarán con las experiencias para determinar las concentraciones óptimas para las distintos sustratos utilizados en codigestión de biomasa residual.

REFERENCIAS

Anjum M., Khalid A., Mahmood T., Arshad M. Anaerobic co-digestion of municipal solid organic waste with melon residues to enhance biodegradability and biogas production. *Journal of Material Cycles and Waste Management*.

Azeiteiro C., Capela I. F and Duarte A. C. (2001). "Dynamic model simulations as a tool for evaluating the stability of an anaerobic process". *Water SA*, Vol. 27 No. 1, Jan. 2001, pp. 109-114.

Pereyra E., Montenegro Campos C., Motteran F. (2013) "Physicochemical study of pH, alkalinity and total acidity in a system composed of Anaerobic Baffled Reactor (ABR) in series with Upflow Anaerobic Sludge Blanket reactor (UASB) in the treatment of pig farming wastewater".

Benedetti P., Airasca A., UribeEchevarría M., Monserrat V., Campaña H. (2014). Generación de Biogás a partir de codigestión de residuos de agroindustria. XI Simposio Latinoamericano de Digestión Anaeróbica - La Habana – Cuba. P: 1232-28-400. <http://www.11daal2014.com/>.

Benedetti P., Campaña H., Heumann V., Uribe Echevarría M., Airasca A. (2013). Producción de biogás para distintos estiércoles utilizando un inoculo de origen agroindustrial, 08-156, HYFUSEN 2013, 5to. Congreso Nacional - 4to. Congreso Iberoamericano Hidrógeno y fuentes sustentables de energía, Córdoba, Argentina.

Campaña H., Benedetti P., Airasca A., Fiotto S. (2011). "Determinación del tiempo de retención en un reactor anaeróbico para optimizar la generación de biogás a partir de la digestión de barros activados residuales". XXXIV Congreso de ASADES. 4 al 7 de Octubre de 2011. Río Hondo. Publicado Revista Averma, ISSN 0329-5184, Vol. 15. Año 2011, pp. 655-662. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/lista.php?a=2011>

Campaña H., Uribe E.M., Monserrat V., Airasca A., Benedetti P., (2014) . " Enzymatic Activity Biohydrogen production process", 1st Workshop Latinoamericano de Biohidrógeno- San Carlos – 28 al 30 de junio de 2014- Universidad de San Pablo USP Brasil

Carrillo Leonor, Microbiología Agrícola (2003), Capítulo 5. Universidad Nacional de Salta.

Chynoweth D.P., Owens J.M and Legrand R. (2001).Renewable methane from anaerobic digestion of biomass.RenewableEnergy, Vol. 22, No. 1-3, pp. 1-8.

Giménez, J.B., Martí, N., Ferrer, J., Seco, A., 2012. Methane recovery efficiency in a submerged anaerobic membrane bioreactor (SAnMBR) treating sulphate-rich urban wastewater: evaluation of methane losses with the effluent. Bioresource technology 118, 67–72.

Gunaseelan, V.N. (1997). Anaerobic digestion of biomass for methane production: a review. Biomass and Bioenergy, Vol. 13, No. 1, pp. 83-114.

HeguangZ, Stadnyk A., Be'land M., Seto P., (2007). Co-production of hydrogen and methane from potato waste using a two-stage anaerobic digestion process. Vol. 100, 2057-2242.

Hernández S., Sanchezb E., Béteauc J., Díaz Jiménez L., (2014). Análisis de un Proceso de Tratamiento de Efluentes para Producción de Metano.

Kvesitadze G.,Sadunishvili T.,Dudaauri T.,Zakariashvili N.,Partskhaladze G.,Ugrekheldidze V.,Tsiklauri G.,MetreveliB.,and JobavaM., (2012).Two-stage anaerobic process for bio-hydrogen and bio-methane combined production from biodegradable solid wastes. Energy, Vol. 37, 94-102.

Lettinga G., Hulshof Pol L.W. y Zeeman G., (1996).Biological WastewaterTreatment. Part I: Anaerobic wastewater treatment. Lecture Notes. Wageningen Agricultural University, 1996.

Molino, A., Nanna, F., Ding, Y., Bikson, B., Braccio, G., (2012). Biomethane production by anaerobic digestion of organic waste.Fuel, In Press.

Mousa L. and ForsterC. F., (1999) “The Use of Glucose as a Growth Factor to Counteract Inhibition in Anaerobic Digestion”. Process Safety and Environmental Protection, vol. 77, no. B4, Jul. 1999, pp. 193-198.

Romano R.,Zhang R., (2007). Co-digestion of onion juice and wastewater sludge using an anaerobic mixed biofilm reactor.

Weiland P., (2010). Biogas production: current state and perspectives. Applied Microbiology and Biotechnology, 85(4), 849–860.

Zupancic, G.D., Škrjanec, I., Marinšek, L., 2012. Anaerobic co-digestion of excess brewery yeast in a granular biomass reactor to enhance the production of biomethane.Bioresource Technology 124, 328–337.

ABSTRACT

Batch experiments were carried out to test some buffer solutions in order to optimize biogas production by anaerobic codigestion of onion wastes and cow manure. The results of batch experiments showed pH, VFA (volatile fatty acids), and alkalinity trends, regarding biogas production.

From the two buffer solutions tested, the results have shown better biogas production with $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{NH}_4\text{OH}$ than $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{NH}_4\text{OH}-\text{H}_6\text{NO}_4\text{P}$. The first one have produced 50 % more biogas in comparison with the second buffer tested.

Key words: anaerobic digestion,biogás,buffer solution, cow manure,onion wastes.